



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 06 864 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 195 06 864.5
㉑ Anmeldetag: 16. 2. 95
㉒ Offenlegungstag: 22. 8. 96

⑤① Int. Cl. 6:
B 01 D 53/86
B 01 D 53/88
B 01 J 23/02
B 01 J 23/78
// B 01 D 161:00, B 01 J
21/04, 23/22, 23/34,
23/28

DE 195 06 864 A 1

⑦① Anmelder:
Ive-Institut für Technische Chemie und
Umweltschutz GmbH, 12489 Berlin, DE

⑦④ Vertreter:
H. Felke und Kollegen, 10367 Berlin

⑦② Erfinder:
Nowak, Siegfried, 10117 Berlin, DE; Klare, Heinrich,
12489 Berlin, DE; Sittig, Dagmar, 98666 Biberschlach,
DE; Marold, Freimut J., 96482 Ahorn, DE; Voigt,
Manfred, 98482 Gießübel, DE; Schurgacz, Karl H.,
58099 Hagen, DE

⑤④ Verfahren zur katalytischen Behandlung von Rauchgasen

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur katalytischen Oxidation von organischen Schadstoffen in Rauchgasen unterschiedlicher Herkunft und Zusammensetzung. Nachteilig bei Pyrolyse und Hochtemperaturverbrennung zur Beseitigung von festen, flüssigen und gasförmigen Abprodukten ist das Problem mit den nicht vollständig abgebauten und teiloxidierten Kohlenwasserstoffen. Eine Totaloxidation ist bisher nur an Edelmetallkatalysatoren bei Kraftfahrzeugabgasen gelungen. Erfindungsaufgabe ist daher die Entwicklung eines einfachen und technisch anwendbaren Verfahrens zur Umsetzung von im ungereinigten Rauchgas enthaltenen Kohlenwasserstoffen mit Hilfe eines Katalysators und bei energetisch günstiger Reaktionsführung. Das neue Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß ein Wabenformkörper mit Siebstruktur, dessen Waben aus einem modifizierten oder unmodifizierten Calciumaluminat als Katalysator bestehen, unmittelbar nach dem Brennraum in einen ungereinigten Rauchgasstrom angeordnet wird, wobei das Rauchgas eine Temperatur von im Bereich von 400 bis 1300°C hat und die Verweilzeit im Wabenformkörper 0,2 bis 3 Sekunden beträgt.

DE 195 06 864 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 96 602 034/623

9/27

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur katalytischen Oxidation von organischen Schadstoffen in Rauchgasen unterschiedlicher Herkunft und Zusammensetzung in Gegenwart von Wasserdampf.

Für die Beseitigung von organischen Schadstoffen und Abprodukten unterschiedlicher Zusammensetzung und Herkunft werden thermische, physikalisch-chemische und biologische Verfahren eingesetzt.

Thermische Verfahren, wie die Pyrolyse und die Hochtemperaturverbrennung, leisten zum gegenwärtigen Zeitpunkt den größten Beitrag zur Beseitigung von festen, flüssigen und gasförmigen Abprodukten.

Ungeachtet der erzielten Fortschritte bei der konventionellen Verbrennung, beim Schmel-Brennverfahren, dem Selectoforming-Verfahren u. a. besitzen diese Mängel und Schwachstellen. Insbesondere bereitet die sichere Einhaltung der vom Gesetzgeber geforderten Grenzwerte Schwierigkeiten bzw. ist nur durch aufwendige und teure multifunktionelle Reinigungsstufen zu erreichen, die nicht nur die Betriebskosten erhöhen, sondern auch bei stark wechselnder Zusammensetzung der Abfallprodukte/Schadstoffe zu Instabilitäten beim Versuchsbetrieb führen. Insbesondere die De Novo-Synthese, durch nicht vollständig abgebaute und teiloxidierte Kohlenwasserstoffe hervorgerufen, belasten Verbrennungsanlagen, haben zum Teil zu Stilllegungen von kleineren Verbrennungsanlagen geführt und führen auch zunehmend zu Akzeptanzproblemen in der Bevölkerung.

Für die Rauchgasreinigung und zur Vermeidung von Emissionen haben sich verfahrenstechnische Maßnahmen, sogenannte primäre Maßnahmen, wie z. B. die optimale Gestaltung des Feuerungsraumes, bessere Durchmischung der Reaktanden, die Inhibierung der Dioxinbildung durch Zugabe von Aminen wie auch sekundäre Maßnahmen, wie die Abscheidung/Abtrennung von Schadstoffen mittels Aktivkoks oder Sorbalit-Gemisch, bestehend aus Calciumhydroxid und Braunkohlenaktivkoks, empfohlen und durchgesetzt. Diese Maßnahmen sind nicht nur teuer, sondern bergen auch die Gefahr von Überhitzungen und Selbstentzündung durch Hot spots in Aktivkohlefiltern in sich und müssen darüber hinaus durch eine katalytische Nachverbrennung von noch im Rauchgas enthaltenen Kohlenwasserstoffen ergänzt werden.

Die katalytische Totaloxidation wird bereits in großem Rahmen mit Edelmetallkatalysatoren für Kraftfahrzeugabgase betrieben; die dafür eingesetzten Edelmetallkatalysatoren verlangen ein Temperaturniveau unter 600°C sowie schwefel- und metallfreie Verbrennungsgase.

In Feuerungsanlagen werden Katalysatoren im wesentlichen zur Entstickung und zwar zur Beschleunigung der Reaktion von Ammoniak mit Stickoxiden zu Stickstoff und Wasser verwendet, die im Temperaturbereich um 400°C meist nach der Entstaubung und zum Teil auch nach der Rauchgaswäsche eingesetzt werden.

Es handelt sich dabei um Wabenkörper, z. B. aus Titandioxid mit einer Belegung von Vanadin oder Wolframoxiden. Auch die Verwendung von Oxiden des Kobalts und des Nickels sind bekannt.

Zur Reinigung von Abluft und Abgasen, die Kohlenwasserstoffe enthalten, wie sie in Lackierereien, in der Leder- und Kunststoffverarbeitung, bei Synthesen aller Art und vielen weiteren industriellen Tätigkeiten anfallen, werden Metalloxide mit Erfolg eingesetzt, die bei definierten Schadstoffen einen guten Reinigungseffekt bei langer Lebensdauer garantieren.

Die katalytische Nachoxidation von Verbrennungsgasen zur Zerstörung von Restkohlenwasserstoffen wird in Müllverbrennungsanlagen und in Sondermüll-Entsorgungsanlagen zunehmend angestrebt. Vor allem hohe Schwefelgehalte und das Vorkommen höherer Kohlenwasserstoffe sowie von Teeren, Ruß und Stäuben als Aerosole in den Verbrennungsgasen führen zu einer Verkürzung der Lebensdauer bekannter Katalysatoren, was sich nachteilig auf die Ökonomie des gesamten Prozesses auswirkt.

Diese Gründe haben auch die Suche nach leistungsfähigen Katalysatoren und Additiven, wie H_2O_2 , die bei relativ niedrigen Reaktionstemperaturen (200–250°C) Dioxine und andere toxische Schadstoffe zuverlässig in einfache Kohlenwasserstoffe umsetzen, ausgelöst.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches und technisch anwendbares Verfahren zur Umsetzung von im ungereinigten Rauchgas enthaltenen Kohlenwasserstoffen mit Hilfe eines Katalysators und bei energetisch günstiger Reaktionsführung zu entwickeln.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur katalytischen Behandlung von Rauchgasen ist dadurch gekennzeichnet, daß

ein Wabenformkörper mit Siebstruktur, dessen Waben aus einem modifizierten oder unmodifizierten Calciumaluminat als Katalysator bestehen, unmittelbar nach dem Brennraum in einen ungereinigten Rauchgasstrom angeordnet wird, wobei das Rauchgas eine Temperatur von im Bereich von 400 bis 1300°C hat und die Verweilzeit im Wabenformkörper 0,2 bis 3 Sekunden beträgt.

Durch diese Anordnung des Katalysators wird die Dioxinneubildung vermieden und eine technisch wie energetisch günstigere Reaktionsführung realisiert. Der Direkteinsatz des Katalysators unmittelbar im Rauchgasstrom nach Verbrennungsprozessen und in Anwesenheit von Wasserdampf erfordert einen robusten, thermostabilen, gegenüber Heteroelementverbindungen und im Verbrennungsprozeß entstehenden aggressiven Stoffen resistenten Katalysator, der auch in Gegenwart von in Rauchgasen enthaltenen Staubpartikeln seine katalytische Wirkung beibehält.

Für die Umwandlung von CO und anderen Kohlenwasserstoffen haben sich bei hohen Temperaturen auch für die Reinigung von verschiedenen Abgasen zementhaltige Katalysatoren empfohlen, die allerdings ausschließlich in "reinen" Oxidationsprozessen, die durch keinerlei Staubentwicklung begleitet werden, eingesetzt. Die bisher bekanntgewordene Anwendung dieser Katalysatoren erfolgt allein in Form von Strängen oder Kugeln, die eine Umsetzung von staubhaltigen Rauchgasen infolge der Gefahr des Zuwachsens und Verstopfens, die zur Stilllegung der Verfahren führen, nicht gestatten.

Durch den Einsatz eines Wabenformkörpers mit einer definierten Siebstruktur wird unter Tolerierung eines bestimmten Staubgehaltes im Rauchgas die katalytische Wirksamkeit des Formkörpers und die unmittelbare Umsetzung von Restkohlenwasserstoffen in ungereinigten Rauchgasen gewährleistet.

Das Wesen der Erfindung besteht daher im Einsatz eines hochtemperaturbeständigen, wasserdampffesten und gegenüber Heteroelementverbindungen resistenten, katalytisch aktiven Wabenformkörpers, der unmittelbar im Rauchgasstrom unter Ausnutzung der dort herrschenden Temperaturverhältnisse angeordnet ist und eine totale Umwandlung von noch im Rauchgas enthaltenen, nicht verbrannten Kohlenwasserstoffen so realisiert, daß der De Novo-Synthese die stoffliche Grundlage entzogen wird.

Erfindungsgemäß besteht der Katalysator bzw. Wabenformkörper in einer bevorzugten Ausführungsform aus einem mit unterschiedlichen Promotoren modifiziertem Calciumaluminat, das vorzugsweise die für die beabsichtigte Reaktion aktiven Phasen $C_{12}A_7$ und C_3A enthält, und das über die beschriebenen katalytischen, thermischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften verfügt.

Die Herstellung eines bisher mit dieser katalytischen Wirkung nicht bekannten Wabenkörpers aus Calciumaluminaten und dessen Einsatz für die direkte Umsetzung eines mit Staubpartikeln beladenen Rauchgases führt zu technologisch wie ökonomisch vorteilhafteren Lösungen als bei bekannten klassischen Verbrennungsanlagen (Einsparung von Prozeßstufen bzw. einfachere Gestaltung derselben).

Erfindungsgemäß besteht der Katalysator aus einem Gewichtsverhältnis von $CaO : \gamma-Al_2O_3$ von vorzugsweise 30 : 70. Durch Promotierung des Calciumaluminatträgers mit Elementen der V. bis VIII. Nebengruppe des periodischen Systems der Elemente, insbesondere V, Ni, Mn und Mo, in einer Konzentration zwischen 0,2 – 10%, vorzugsweise von bis zu 5%, insbesondere mit 1 Gew.-%, kann die bifunktionelle Wirkung des Katalysators – die Totaloxidation oder die thermisch-katalytische Spaltung der Kohlenwasserstoffe und die Beschleunigung der Wassergasreaktion – variiert und stark erhöht werden.

Die unter bestimmten Bedingungen bevorzugt ablaufende Wassergasreaktion führt auch zu einer vollständigen Spaltung von aliphatischen wie aromatischen Kohlenwasserstoffstrukturen. Darüber hinaus wird auch die Vergasung von Koks- und Gumabscheidungen auf dem Katalysator gefördert und dadurch eine hohe Langzeitaktivität des Katalysators erreicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist einsetzbar zur Reinigung von Abgasen aus Altöl, der Sonderabfallverbrennung von Krankenhausabfällen, Lösungsmitteln, chlor- und metallhaltigen Abfällen aus der metallverarbeitenden Industrie und anderen, bei denen die Gefahr der Dioxin-Rückbildung bei unvollständiger Verbrennung besteht;

- aus Räumereien, Röstereien und artverwandten Betrieben zum Abbau der Geruchsbelästigung und zur Einhaltung der Immissionsgesetze;
- aus der Verbrennung bei der Beseitigung von Müll, Umweltschadstoffen, wie z. B. in kontaminierten Böden, kontaminierten festen Rückständen, Altkunststoffen, Elektronikschrott, Klärschlämmen, Leiterplattenmaterial u. a.

Die Herstellung des Wabenformkörpers erfolgt nach üblichen Techniken der Herstellung von Wabenformkörpern, wobei als Ausgangsprodukte für das Calciumaluminat beispielsweise Calciumcarbonat und Aluminiumoxid verwendet werden können, die nach Verschlickerung unter Zusatz gängiger Hilfsstoffe zu den Formkörpern geformt, getrocknet und gebrannt werden, gegebenenfalls unter Einhaltung von Temperaturzwischenstufen.

Die Durchlaßöffnungen im Wabenformkörper betragen 1×1 bis 10×10 mm. Kleinere Durchlaßöffnungen als 1 mm sind wegen der Möglichkeit der Verstopfung durch Staubanteile im Rauchgas nicht zweckmäßig, jedoch kann im Falle eines besonders staubarmen Rauchgases auch mit kleineren Öffnungen gearbeitet werden. Größere Öffnungen als 10 mm sind wegen der nicht mehr ausreichenden katalytischen Reaktion bei den kurzen Verweilzeiten nicht zweckmäßig. Die Öffnungen können rechteckig, quadratisch oder auch sechseckig sein.

Verweilzeiten unter 0,2 Sekunden reichen im allgemeinen für die gewünschte katalytische Reaktion nicht aus; Zeiten über 3 Sekunden sind im allgemeinen unökonomisch wegen des herabgesetzten Durchsatzes. Unter "Rauchgase" werden in dieser Erfindung alle Abgase aus Verbrennungsvorgängen verstanden.

Der Wabenformkörper kann als Batterie von mehreren Formkörpern sowohl waagrecht als auch senkrecht als auch in geeigneten Richtungen nach dem Brennraum entsprechend den jeweiligen räumlichen Bedingungen angeordnet werden. Dabei ist es zweckmäßig bei Anordnung einer Vielzahl von Formkörpern diese formschlüssig waagrecht und/oder senkrecht und/oder geneigt zur Rauchgasrichtung übereinander, nebeneinander und/oder hintereinander anzuordnen in einer für die katalytische Reinigung ausreichenden Größe bzw. Anzahl. Die tatsächliche Ausgestaltung ist für den Fachmann auf diesem Gebiet in Abhängigkeit von der Menge und Art der aus dem Brenn/Rauchgas zu entfernenden schädlichen Bestandteile sowie der Auswahl des entsprechenden Katalysators (Dotierung) leicht zu ermitteln.

Die Erfindung wird durch die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigt

Fig. 1 den Wabenformkörper im Schnitt.

Die in den folgenden Beispielen dargelegten Ergebnisse stammen aus Laborapparaturen, die im wesentlichen aus einer Vorheizzone und der sich anschließenden Verbrennungszone/Katalysatorzone besteht. Das nach Kühlung und Kondensation erhaltene gasförmige Reaktionsprodukt wurde gaschromatografisch und durch Kopplung von GC und Massenspektrometrie untersucht.

In den Ausführungsbeispielen wurden Katalysatoren folgender Zusammensetzung $CaO : Al_2O_3 = 1 : 3$ Promotierung mit 1% Ni oder V oder Mn bei Reaktionstemperaturen zwischen 750 und 900°C in Form von Raschigringen und Wabenformkörpern eingesetzt. Zur Simulierung der Schadstoffumsetzung wurde mit Modellkohlenwasserstoffgemischen gearbeitet, die für reale Systeme repräsentativ sind.

Beispiel 1

Oxidation von Kohlenwasserstoffgemischen an Calciumaluminat TZ70

Versuchsbedingungen:

Katalysator: TZ70 (Phasen: C₁₂, A₇, C₃A; 0% Al₂O₃, 30% CaO)

Mittlere Reaktortemperatur: 750–850°C

Verweilzeit: 0,6 s

Belastung: 0,25 g/g Katalysator

Durchleitung der Kohlenwasserstoffe mit Luft vermischt durch einen Vorheizer in den Reaktor; Restsauerstoffgehalt etwa 10%.

Tabelle 1

Oxidation eines Gemisches aus Acetonitril, Benzen, Chlorbenzen, n-Hexan (Masse-Verhältnis 4/59/8/29)

Katalysator: TZ70; steigende Betriebsdauer, Verweilzeit 0,4 Sek. Angaben in % Umsatz

Temp .	750	800	850	850	850	850	850	850	
[°C]									
Ver-			4	6	9	12	20	20	BI
suchs-									
dauer									
[h]									
								[A]	[A]
Acetoni-									
tril	99,99	99,99	99,99	99,99	100	100	100	-	5
Benzen	99,95	99,98	99,98	99,97	99,97	99,96	99,98	5,3	5
Chlor-									
benzen	99,03	99,36	99,85	99,56	99,93	99,93	99,94	2,2	100
n-Hexan	99,99	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	Sp	-	150

BI = Bundesimmissionsschutz-Verordnung; Sp= Spuren < 1 ppb

[A] = mg/m³

Der oxidative Abbau des Acetonitrils ist bereits bei 750°C vollständig, bei 850°C liegen die untersuchten Kohlenwasserstoffe im Abgas nur in Spuren vor. Auch der Umsatz von Benzen und Chlorbenzen ist praktisch vollständig; die Konzentration der beiden Verbindungen im Abgas sinkt um drei Größenordnungen. Naphthalen wird in einem geringeren Maße oxidativ abgebaut. Im flüssigen Kondensat des Abgases liegen neben geringen Mengen nichtumgesetzten Naphthalens Spuren von Essigsäure, Maleinsäureanhydrid und Benzen vor. Die gefundene HCl-Menge entspricht ca. 90% des eingesetzten Chlorbenzens.

Beispiel 2 bis 4

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse und weist aus, daß mit steigender Temperatur über die Zeit (Beispiel 2: 750–800°C, 4 Stunden; Beispiel 3: 850°C, 10 Stunden; Beispiel 4: 850°C 20 Stunden) die Oxidationsprodukte ebenfalls weitgehend verschwinden, wobei die Konzentration dieser Stoffe im Bereich von ng/l liegt.

Bei Reaktionstemperaturen bis 800°C wurde mittels GC/MS ein breites Spektrum von Nebenprodukten gefunden. Bei 850°C ist der größte Teil dieser Verbindungen im Abgas nicht mehr enthalten. Der über 20 h geführte Versuch zeigte auch die Stabilität der oxidativen Wirkung des Katalysators unter diesen Versuchsbedingungen.

Tabelle 2

Nebenprodukte der Totaloxidation des Substratgemisches

Organ. Verbindung	Konzentration [ng/m ³]		
Temperatur [°C]	750-800	850	850
Versuchsdauer [h]	4	10	20
Benzoessäure	10	41	19
2-Methylpropylcyclopentanon	105	77	9
4,6-Di(1,1-dimethylethyl)-2-methylphenol	20	43	3
2-Ethyl-4,5-dihydrooxazol	26	-	-
Methylindol	1	-	-
4-Chlorphenol (im einges. Cl-Benzen enth.)	2	-	-
Methylbenzofuran	60	-	-
Isochinolin	1	-	-
1,4-Hydrochinon	3	-	-
2-Chlor-1,4-hydrochinon	26	-	-
Chlormethylbenzofuran	4	-	-
Benzopyran-4-on	3	-	-
3-Phenyl-2-propenal	12	-	-
Benzopyran-2-on	2	-	-
5-Chlor-2-methylbenzofuran	2	-	-
1-(4-Chlorphenyl)pentenon	1	-	-
4,6-Dichlor-1,3-hydrochinon	6	-	-
2,2-Dichlor-1,1'-biphenyl	7	7	-

Beispiel 5

Tabelle 3

Oxidation eines Gemisches aus Acetonitril, Benzen, Chlorbenzen, n-Hexan (Masse-Verhältnis 4/59/8/29)

Katalysator: TZ70 mit 1% Ni dotiert, Verweilzeit 0,4 Sek. Angaben in Umsatz[%] bzw. mg/m³

Temp. [°C]	750	800	850	[mg/m ³]	BImSchV [mg/m ³]
Acetonitril	99,6	100,0	100,0	-	5
Benzen	95,9	100,0	100,0	Sp	5
Cl-Benzen	79,6	99,2	99,9	3,6	100
n-Hexan	100,0	100,0	100,0	-	150

Acetonitril, Benzen, Naphthalen sowie n-Hexan werden an einem dotierten Katalysator schon bei 750°C nahezu vollständig umgesetzt. Chlorbenzen erreicht bei dieser Temperatur einen Umsatz von ca. 80%. Bei 850°C erhöht sich dieser Wert ebenfalls auf 100%. Der Sauerstoffumsatz und die Kohlendioxidbildung entsprechen bei einer Reaktionstemperatur von 800–850°C der vollständigen oxidativen Umsetzung.

Die letzte Spalte der Tabelle 3 zeigt, daß die von BimSchV geforderten Werte unterboten werden.

Beispiel 6

Umsatz von Benzol

Tabelle 4

Oxidation von Benzol mit Luft bei unterschiedlichen stöchiometrischen Verhältnissen

Katalysator: Calciumaluminat, C₃A, C₁₂A₇ mit 1% Ni, 70 g Luftmenge: 42,54 l/h; Verweilzeit: ca. 1 s; Temperatur: 800 °C

ml/h Benzol Vol%	1,2	2,4	3,6	3,9	4,2	4,8
Sauerstoff	16,21	9,36	2,93	0	0	0
Stickstoff	78,53	79,4	78,3	75,46	75,23	72,0
Kohlendioxid		9,5	14,6	15,8	15,8	13,9
Wasserstoff	nn	nn	nn	0,083	0,816	5,85
Kohlenmonoxid	nn	nn	nn	nn	0	4,82
Benzolabrei- cherung auf:	<0,000%	<0,000%	0,2%	0,41%	0,3%	0,10%

nn = nicht nachweisbar

Benzol wurde als Substrat gewählt, weil es von allen Kohlenwasserstoffen am schwersten zu oxidieren ist. Dieses Beispiel zeigt den vollständigen Abbau des Benzols bei Luftüberschuß und höheren Verweilzeiten als bei den vorherigen Beispielen; bei Überdosierung ($\lambda < 1$) kommt eine andere Eigenschaft des Katalysators zum tragen: durch die einsetzende Wassergas-shift Reaktion wird der Rest an unverbranntem Benzol zu Wasserstoff und Kohlenoxiden umgesetzt und damit aus dem Abgas ebenfalls entfernt.

Beispiel 7

Systematische weitere Untersuchungen zur Erhöhung der Aktivität des Katalysatorsystems führten zu den Ergebnissen in Tabelle 5. Die Tabelle zeigt deutlich den Einfluß der Dotierungselemente auf die Arbeitstemperatur des Katalysators.

Tabelle 5

Zusammenfassende Ergebnisse bei der Verbrennung von Benzol mit unterschiedlich dotierten Katalysatoren auf Calciumaluminat-Basis. Dotierung jeweils 1% des Elements bezogen auf Calciumaluminat; angegeben sind die Temperaturen, bei denen keine Benzolspuren im Abgas mehr gefunden wurden ($< 5 \text{ mg/m}^3$); Nullwert = 15×10^6 Counts vom FID in 200 μl Luft

Katalysator	Temperatur [°C]	Luft [l/h]	Benzen [ml/h]	Verweilzeit [sec]	O ₂ [Vol%]	Counts = Restmenge
Quarzsplitt	800	60	3,6	1,26	10,8	1,58 $\times 10^6$
TZ70	700	26,4	1,5	2,6	8,4	4,18 $\times 10^6$
C3AC12A7+V	800	26,7	1,5	2,3	10,4	—
	700	26,7	2,0	2,5	8,1	3,81 $\times 10^6$
C3AC12A7+Cu	800	26,7	2,0	2,5	7,5	—
	780	60	3,6	1,26	9,9	22987
	800	60	3,6	1,26	10	—
C3AC12A7+Co	700	32	1,5	2,1	12,2	—
C3AC12A7+Ni	700	32	1,5	2,1	12,5	—
TZ70+Ni	600	27,5	1,5	2,7	9,0	—
TZ70+Fe	675	60	3,6	1,26	9,9	34434
	700	60	3,6	1,26	9,9	—
TZ70+Cr	600	60	3,6	1,26	9,4	—
TZ70+Mn	545	60	3,6	1,26	9,9	—

Patentansprüche

1. Verfahren zur katalytischen Behandlung von Rauchgasen, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wabenformkörper mit Siebstruktur, dessen Waben aus einem modifizierten oder unmodifizierten Calciumaluminat als Katalysator bestehen, unmittelbar nach dem Brennraum in einen ungereinigten Rauchgasstrom angeordnet wird, wobei das Rauchgas eine Temperatur von im Bereich von 400 bis 1300°C hat und die Verweilzeit im Wabenformkörper 0,2 bis 3 Sekunden beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Durchlaßöffnungen im Wabenformkörper 1×1 bis 10×10 mm betragen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Calciumaluminat-Katalysator aus 10 bis 90% Gew.-% Calciumoxid bzw. 90 bis 10 Gew.-% Aluminiumoxid, vorzugsweise 30:70 Gew.-% $\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3$ besteht.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Calciumaluminat-Katalysator bevorzugt die Phasen C_{12}A_7 und C_3A enthält.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Calciumaluminat-Katalysator mit Elementen der V. bis VII. Nebengruppe oder der VIII. Nebengruppe des periodischen Systems der Elemente dotiert ist, insbesondere in Mengen von 0,1 — 10%.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Calciumaluminat-Katalysator mit Elementen des Nickels, Vanadins, Mangans oder Molybdäns dotiert ist, vorzugsweise in Mengen von 1%, bezogen auf das jeweilige Element, wobei bevorzugt als aktive Phasen C_{12}A_7 und C_3A vorliegen.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wabenformkörper in einer Vielzahl von Formkörpern formschlüssig waagerecht und/oder senkrecht und/oder geneigt zur Rauchgasrichtung übereinander, nebeneinander und/oder hintereinander angeordnet wird in einer für die katalytische Reinigung ausreichenden Größe bzw. Anzahl.
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rauchgastemperatur im Bereich von 700 bis 900°C liegt, insbesondere im Bereich von 800 bis 870°C.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

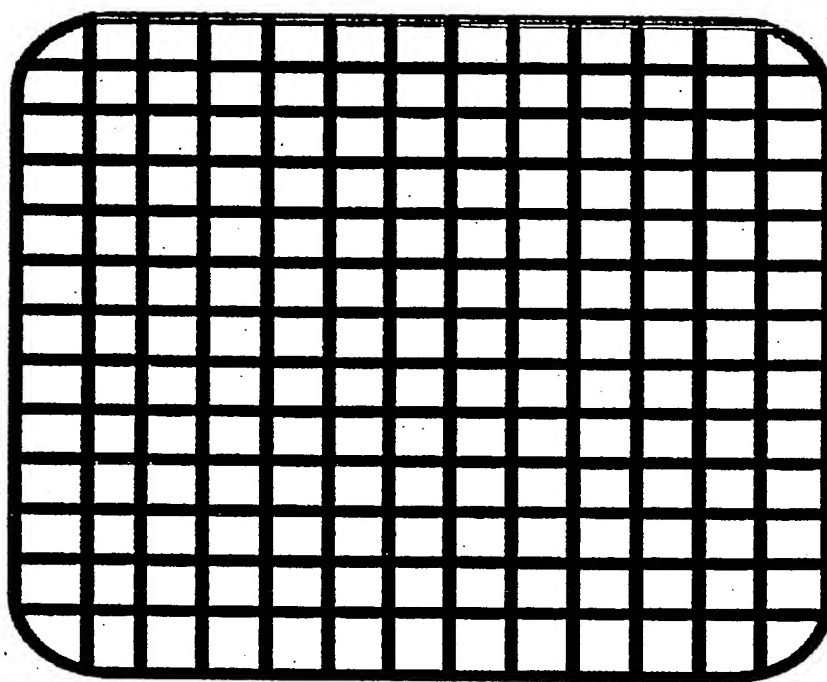


Fig. 1